

Requested Patent: JP56091368A

Title: METAL HALIDE LAMP ;

Abstracted Patent: JP56091368 ;

Publication Date: 1981-07-24 ;

Inventor(s): INOUE AKIHIRO; others: 03 ;

Applicant(s): TOSHIBA CORP ;

Application Number: JP19790167764 1979.1224 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H01J61/16; H01J61/20 ;

Equivalents: JP1021586B ;

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve efficiency to a great extent by feeding a definite amount per capacity of a luminous tube of rare gas such as argon to fill in a transparent luminous tube.

CONSTITUTION: Mercury; at least one metal halide selected from the group consisting of rare earth metal halides, sodium halide, and scandium halide; and a rare gas selected from the group consisting of argon, krypton, and xenon are filled in a transparent luminous tube 2, and 0.21mg/cc of the capacity of the luminous tube of rare gas is injected. Heretofore the concentration of metal halide at the upper part of the luminous tube has become different from that of the lower part, and color has changed between them with the relation among the flow velocity in the luminous tube, rare gas-injection pressure, atomic weight, and weight. Such a phenomenon can be relieved without increasing voltage of the lamp and efficiency can be improved to the great extent.

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—91368

⑤ Int. Cl.³
H 01 J 61/16
61/20

識別記号

庁内整理番号
6722—5C
6722—5C

③ 公開 昭和56年(1981)7月24日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑭ メタルハライドランプ

① 特 願 昭54—167764

② 出 願 昭54(1979)12月24日

⑦ 発 明 者 井上昭浩

横須賀市船越町1丁目201番地
1 東京芝浦電気株式会社横須賀
工場内

⑧ 発 明 者 石神敏彦

川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

⑦ 発 明 者 東忠利

川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

⑦ 発 明 者 佐々木博基

川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

① 出 願 人 東京芝浦電気株式会社

川崎市幸区堀川町72番地

④ 代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

メタルハライドランプ

2. 特許請求の範囲

透光性発光管内に水銀と、少なくとも希土類金属ハロゲン化物およびハロゲン化ナトリウムならびにハロゲン化スカンジウムから選ばれた一種以上のハロゲン化金属と、アルゴン、クリプトンおよびキセノンから選ばれた少なくとも一種の希ガスを封入してなるメタルハライドランプにおいて、前記希ガスを発光管容積1cc当り0.21%以上封入してなることを特徴とするメタルハライドランプ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、効率をなお一層向上化させることができるようにしたメタルハライドランプに関する。

メタルハライドランプは、一般に高効率で演色性に優れたランプであり、それ故に広く実用に供されている。このメタルハライドランプは、

電極を備えた透光性発光管内に水銀と、ハロゲン化金属と、希ガスを封入して構成されている。そして、封入するハロゲン化金属としては、希土類金属、ナトリウム、リチウム、セシウム、スカンジウム、スズ、鉛、タリウム、インジウム、カルシウム、アルミニウムなどのハロゲン化物が知られている。また、封入する希ガスとしては、一般にアルゴンガスが用いられ、20 Torr前後の圧力に封入されている。特殊なものとして、高圧水銀灯用安定器でも点灯可能にするためアルゴンガスを1%前後含んだネオンガスを50 Torr程度封入したものもある。

ところで、このようなメタルハライドランプにあって、省エネルギーの面からさらに高効率化することが望まれている。この要望を満たす手段として封入するハロゲン化物の組合せ、封入量等を選択することも重要であるが、“Segregation”と呼ばれている現象を緩和させることも重要である。

“Segregation”とは、たとえば第1図に示す

ように外管 1、発光管 2、電極 3 およびその他必要要素からなるメタルハライドランプ H を上記発光管 2 の軸心線が重力方向と平行するように配置して点灯させたとき、発光管 2 内の上部 a 点と下部 b 点とでハロゲン化金属の濃度が相違し、上部程濃度が低くなる現象を云う。この現象が起こると、上部では金属発光強度が小さくなり、代って水銀発光強度が大きくなって、上部と下部との色が相違する。そして、上部での金属発光の不足によってエネルギー損失が生じ、効率が低下する。したがって、効率を向上させるためには“Segregation”を緩和させることが必要条件となる。特に、このような現象がよく生じ、しかも比較的効率のよいハロゲン化金属として、 CeI_3 、 PrI_3 、 TmI_3 、 DyI_3 などの希土類金属ハロゲン化物、 NaI のようなハロゲン化ナトリウム、 ScI_3 などのようなハロゲン化スカンジウムを封入したメタルハライドランプにおいて、何らかの手段で“Segregation”を緩和できれば、大幅な効率向上化が期待できる。

3

メタルハライドランプを提供することにある。

発明者らは、上記目的を達成するために発光管内の流体力学的考察を行なうとともに実験的考察を行なった結果、発光管内の流体速度 v と希ガス封入圧 (25℃における) P と、希ガス原子量 A と、発光管容積 1 cc 当り中の希ガス重量 w との間に (1) 式に示す関係が存在していることを確認した。

$$v \propto AP \propto w \quad \dots\dots\dots (1)$$

この (1) 式から判るように発光管内の対流速度 v は、発光管容積 1 cc 当りの封入希ガス重量 w に比例する。したがって、 w を大きくすれば v が大きくなり、この v の増加によって“Segregation”を緩和できることになる。本発明に係るメタルハライドランプはこのような知見に基いて構成されている。

以下、実験例をもとにして本発明ランプの諸要件について説明する。

実験例 1

内径 $D = 25 \text{ mm}$ 、電極間隔 $L = 100 \text{ mm}$ でト

5

このように効率低下を招く“Segregation”は、一般に発光管内の下から上への対流速度と、管径方向への流れとの兼ね合いによって生じると云われている。そこで、このような観点から、封入水銀量を増加させて対流速度を増加させ、これによって“Segregation”を緩和させるようにしたものと考えられている。

しかしながら、封入水銀量を増加させると、定常点灯時におけるランプ電圧が適正ランプ電圧より大幅に上昇し、その点灯には専用安定器が必要となる。最近の傾向として、高圧水銀灯と互換可能なメタルハライドランプの出現が望まれていることからして封入水銀量を増加させることは時代の要請に逆行することになり好ましいことではない。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところはランプ電圧の上昇を招くことなしに“Segregation”を緩和でき、もって効率を大幅に向上させることができるとともに高圧水銀灯との互換も可能化できる

4

リウムタングステン電極を備えた石英製発光管を 20 本用意し、これら発光管内に NaI を 50 ㍉、 ScI_3 を 10 ㍉、 Hg を 67 ㍉共通に封入するとともに希ガスとして Ar ガスを 1 ㍉含む Ne ガス、 Kr ガス、 Xe ガスおよび Ar ガスをそれぞれ種々の圧力 (25℃における) 封入して入力 1 kW で点灯させてみた。そのときの試験結果を表 1 に示す。

表 1 から判るように、従来用いられている Ar 25 トール封入のランプ (No. 4) に対し 5 ㍉以上の効率向上を示すものは、 Ar ガスでは 100 トール以上封入したもの、 Kr ガスでは 50 トール以上封入したもの、 Xe ガスでは 30 トール以上封入したものであり、重いガス程有効封入圧の下限が下がっている。

6

表 1

ランプ No	封入希ガス	希ガス封入 圧(トール)	発光管容積1cc 当りの希ガス重 量(μg)	ランプ効 率(lm/w)
1	Ne-Ar(1%)	50	0.054	85
2	"	100	0.109	88
3	"	200	0.217	90
4	Ar	25	0.054	90
5	"	50	0.107	92
6	"	80	0.172	93
7	"	100	0.215	95
8	"	200	0.429	98
9	Kr	25	0.113	92
10	"	50	0.225	95
11	"	80	0.361	97
12	"	100	0.451	98
13	"	150	0.676	101
14	"	200	0.902	103
15	Xe	25	0.177	93
16	"	30	0.212	95
17	"	100	0.707	99
18	"	150	1.060	103
19	"	200	1.413	107
20	"	250	1.770	110

7

この図から判るように、No 4 のランプ（従来のもの）では、Hg 発光が上方で強く、Na 発光が上方より最下部で強く、また Sc 発光が上方より中央部で強くなっており、明らかに“Segregation”が起こっている。これに対し、No 19 のランプ（本発明のもの）では、Sc 発光、Na 発光共に発光管の管軸方向に平均化されており、また Hg 発光も上部側における強度が低下している。このことから、No 19 のランプにあっては希ガスの封入量が多いことが原因して“Segregation”が大幅に緩和されていることが判る。

またこの2つのランプの絶対発光エネルギー分布を測定したところ第3図に示す結果を得た。この図においても実線は No 4 のランプの場合を示し、破線は No 19 のランプの場合を示している。この第3図から明らかなように、No 19 のランプにあっては、“Segregation”の改善によって効率のよい Na、Sc の発光が強くなり、効率の低い Hg の発光が弱くなっている。そして、No 4 のランプの可視光エネルギーが 282 W である

9

特開昭56- 91368(3)

すなわち、効率向上は、封入希ガスの発光管容積 1 cc 当りの重量に関連しており、従来のランプより最低 5 % 以上効率を向上させるためには発光管容積 1 cc 当り、0.21 μg 以上の希ガスを封入することが必要であると云える。

このように、封入希ガスを増加させると効率が向上する理由を解明するため、No 4 のランプ（Ar 25 トール封入）と No 19 のランプ（Xe 200 トール封入）とを発光管の軸心線が重力方向と平行するように、配置して、いわゆる垂直点灯させ、発光管各部分における Sc、Na、Hg 線の輝度分布を測定してみた。その結果、第2図に示す分布が得られた。なお、Sc 線では 508.5 nm、Na 線では 588.8 nm、Hg 線では 435.8 nm の強度を測定した。そして、図において実線は No 4 のランプを示し、破線は No 19 のランプを示しており、また縦軸は発光管の上部保温板より下方への位置を示し、横軸はそれぞれの発光の最高発光強度を 100 としたときのパーセントを示している。

8

のに対し No 19 のランプでは 314 W に増加し、希ガス封入量の増加によって効率が大幅に向上している。

このような“Segregation”の改善傾向は、同一の希ガスではガス圧が高い程強く、また、同一のガス圧では希ガスの原子量に関係し、Xe (131.3) > Kr (83.8) > Ar (39.9) の順に強く表われる。この様子を第4図に示す。第4図は封入希ガスとして Xe をとりあげ、その封入圧に対する Na 線の輝度分布を示している。この第4図から判るように Xe 封入圧が増加する程、Na 発光強度の均一性が強まり、封入圧が高くなる程、“Segregation”が顕著に改善される。そしてこの“Segregation”の改善が効率向上に対応している。このような実験結果から、従来のランプに較べて 5 % 以上効率を上昇させるには、発光管容積 1 cc 当り 0.21 μg 以上の希ガスを封入する必要があり、本発明ランプではこの値を採用している。

上述した実験例は NaI を 50 μg、ScI₃ を 10 μg、

10

Hg を 6.7 ㇿ共通に封入した例であるが、これらの封入量を上記値とは異ならせ、この条件で希ガスの封入量を変えた場合に効率がどのように変わるか調べてみた。以下、この結果を実験例 2 として説明する。

実験例 2

内径 $D = 18 \text{ mm}$ 、電極間隔 $L = 40 \text{ mm}$ でトリウムタングステン電極を備えた石英製発光管を 14 本用意し、これら発光管内に ScI_3 を 6 ㇿ、 NaI を 1.8 ㇿ、Hg を 4.2 ㇿ共通に封入するとともに希ガスとして Ar ガス、Kr ガス、Xe ガスを種々の圧力 (25°C にあける) 封入し、入力 400 W で点灯させてみた。そのときの試験結果を表 2 に示す。

ランプ No	封入希ガス	希ガス封入圧 力 (トール)	効 率 (lm/w)
1	Ar	20	95
2	"	50	97
3	"	100	100
4	"	200	102
5	Kr	20	96
6	"	50	101
7	"	100	106
8	"	200	110
9	Xe	20	98
10	"	30	102
11	"	50	104
12	"	100	108
13	"	150	112
14	"	200	118

この表 2 から判るように、この場合には ScI_3 と NaI との封入量比 (重量比) が実験例 1 の場合とは異なっているので全体的に効率が低い。希ガスの封入圧力を増加させると実験例 1 と同様に効率が向上し、特に Xe を 150 トール封入

11

した No 13 のランプや Xe を 200 トール封入した No 14 のランプでは極めて高効率となっている。この効率の向上は、明らかに "Segregation" が改善されたことによって得られたものである。

実験例 1 および実験例 2 は共に金属ハロゲン化物として NaI と ScI とを封入した例であるが金属ハロゲン化物として NaI 、 TlI 、 InI を封入した例を実験例 3 として説明する。

実験例 3

内径 $D = 20 \text{ mm}$ 、電極間隔 $L = 42 \text{ mm}$ でトリウムタングステン電極を備えた石英製発光管を 15 本用意し、これら発光管内に NaI を 2.5 ㇿ、 TlI を 5 ㇿ、 InI を 1 ㇿ、Hg 7.0 ㇿ共通に封入するとともに希ガスとして Ar ガス、Kr ガス、Xe ガスを種々の圧力 (25°C にあいて) 封入し、入力 400 W で点灯させてみた。このときの試験結果を表 3 に示す。

この場合には、封入された TlI および InI が顕著な "Segregation" を示さず、希ガス封入量を増加させると NaI の "Segregation" を改善す

12

るだけである。このため、希ガス封入量を増加させて NaI の "Segregation" を改善すると Na 発光が増大してランプの色温度が低下する。それとともに Tl 、 In 発光が減少するので、あまり Na 発光を増大させると効率のよい Tl 発光が減少し、かえって効率が低下する。それ以後の効率は封入圧力の増加に関係なく飽和する。表 3 で No 8 のランプおよび No 13 のランプの効率が最大になるのはこの理由による。

表 3

ラン プ No	封入希ガス	希ガス封入圧 力 (トール)	効率 (lm/w)	色温度 (K)
1	Ar	20	80	4800
2	"	100	82	4600
3	"	200	84	4300
4	Kr	20	82	4500
5	"	50	85	4200
6	"	100	87	3900
7	"	150	90	3500
8	"	200	93	3200
9	"	250	91	2900
10	Xe	20	84	4200
11	"	50	87	3800
12	"	100	90	3400
13	"	150	95	3100
14	"	200	92	2900
15	"	250	90	2800

13

14

一方、顕著な“Segregation”を起こす DyI_3 、 TmI_3 、 CeI_3 等の金属ハロゲン化物を封入したもののにおいて希ガス封入量を増加させた場合の例を実験例4として説明する。

実験例4

内径 $D = 18\text{ mm}$ 、電極間隔 40 mm の発光管を12本用意し、これらに水銀と表4に示す関係の金属ハロゲン化物を封入するとともに希ガスとしてArガス20トルとXeガス200トルとを封入し、入力400Wで点灯させたところ表4に示す結果を得た。

表 4

ランプNo.	封入金属ハロゲン化物	封入希ガス	希ガス封入圧力(トル)	効率(%)
1	$DyI_3(10\text{mg})$, $TbI_3(5\text{mg})$	Ar	20	80
2	"	Xe	200	91
3	$DyI_3(10\text{mg})$, $TbI_3(5\text{mg})$, $NaI(20\text{mg})$	Ar	20	81
4	"	Xe	200	97
5	$TmI_3(10\text{mg})$, $TbI_3(5\text{mg})$	Ar	20	95
6	"	Xe	200	105
7	$TmI_3(10\text{mg})$, $TbI_3(5\text{mg})$, $NaI(20\text{mg})$	Ar	20	94
8	"	Xe	200	108
9	$CeI_3(10\text{mg})$, $TbI_3(5\text{mg})$, $NaI(10\text{mg})$	Ar	20	96
10	"	Xe	200	110
11	$CeI_3(10\text{mg})$, $CsI(5\text{mg})$, $NaI(10\text{mg})$	Ar	20	101
12	"	Xe	200	112

15

も効率の向上が顕著に表われる。また、 L が大きい場合、対流速度を増加させるとアークゆれが生じる。そして、 L が小さすぎると“Segregation”はほとんど起こらず、希ガス封入量を増加させたことによる効果はほとんどない。したがって、希ガス封入量を増加させたことによる効果が期待できる L 、 D の範囲が必ず存在することになる。このことは、 L 、 D が決まると、好適な希ガス封入量の範囲が存在するはずである。一般に照明用ランプとして用いる場合には適当な放熱部温度を得るために D の範囲が決まる。このようなことから、管壁負荷 $12 \sim 20\text{ W/cm}$ の範囲で $L(\text{mm})$ 、 $D(\text{mm})$ の範囲は $25 \leq L \leq 100$ 、 $13 \leq D \leq 30$ である。この L 、 D の範囲内において、効率向上を期待できる希ガス封入量がどの程度のものであるか実験した結果を実験例5として以下に説明する。

実験例5

実験例1と同一の封入物、すなわち、 ScI_3 : $NaI = 1 : 5$ (重量比)の封入組成で、入力に

17

表4から判るように、Xeガスを200トル封入すると、 DyI_3 、 TmI_3 、 CeI_3 の“Segregation”を改善でき、効率を大幅に向上させることができる。また、この結果から、 NaI が同時に封入されていると効率向上率が大きいことも判る。これは、 NaI の“Segregation”が改善され、その効果が付加されるからである。

このように、希ガスを発光管の容積1cc当り0.21mg以上、封入すると、対流速度が增大して“Segregation”が改善され、この結果、効率を向上させることができる。そして、効率向上の割合は、同一発光管形状では封入物の組み合わせによって決まる。

ところで、“Segregation”は、発光管形状によっても左右される。定性的には、電極間隔(L)が大きい程“Segregation”が起こり易く、したがって希ガス封入量を増加させたことによる効率の向上が顕著に表われる。一方、 L が一定のとき発光管内径(D)が大きい程対流速度が大きく、したがって、希ガス封入量の増加分が少なくて

16

よりその封入絶対量を適当に定め、ランプ電圧が130V近辺となる量の水銀を封入して有効希ガス封入量の L 、 D 依存度を調べた。 L 、 D 入力電力を多様に亘って組合せ、その組合せの中で希ガスとしてXeガスを10トルきざみに変化させ、Arガス20トル封入したものと比較してみた。その結果を表5に示す。

表 5

ランプNo.	$L(\text{mm})$	$D(\text{mm})$	入力(W)	Ar25トル封入したものに對して効率が5%上昇したXe封入圧力(トル)	1cc中の希ガス封入重量(mg/cc)
1	100	25	1000	30	0.21
	"	22	"	40	0.28
	"	20	"	50	0.35
2	90	28	"	30	0.21
	"	25	"	30	0.21
	"	22	"	40	0.28
3	80	30	"	40	0.28
	"	28	"	40	0.28
	"	25	"	40	0.28
4	70	25	700	30	0.21
	"	22	"	40	0.28
	"	20	"	50	0.35
5	50	20	400	50	0.35

18

5	50	18	400	60	0.42
6	45	22	"	50	0.35
	"	20	"	50	0.35
	"	18	"	60	0.42
7	40	25	"	50	0.35
	"	22	"	50	0.35
	"	20	"	50	0.35
	"	18	"	60	0.42
	"	16	"	70	0.49
8	32	20	250	60	0.42
	"	16	"	70	0.49
	"	13	"	90	0.63
9	25	22	"	70	0.49
	"	20	"	70	0.49
	"	16	"	80	0.56

この表5は、同一のL、DでArガス20トール封入したランプに対して効率が5%上昇した最低Xe封入圧力と発光管容積1cc中のXe封入重量を示している。この表5をまとめると、管壁負荷 $12 \sim 20 \text{ W/cm}$ 、 $25(\text{mm}) \leq L \leq 100(\text{mm})$ 、 $13(\text{mm}) \leq D \leq 30(\text{mm})$ の範囲で好適な発光管容積1cc当りの希ガス封入量 $w(\text{mg/cc})$ の範囲は

$$w \geq \frac{9.3}{L} + 0.12 \quad \text{かつ} \quad w \geq \frac{12.4}{D} - 0.29$$

19

するための図である。

出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

21

であると結論できる。

なお、上述した各実験例においては、単一の希ガスを封入しているが複数種の混合希ガスを封入した場合にも同様の効果が得られることは勿論である。

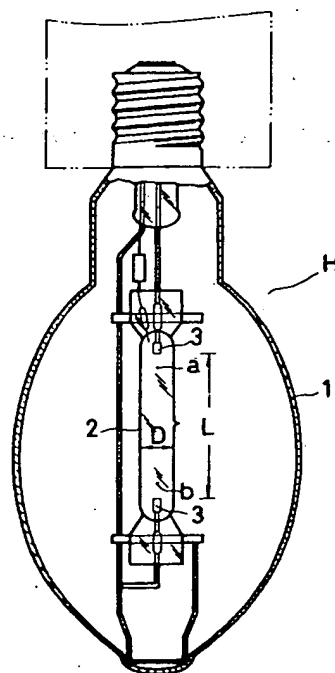
以上詳述したように本発明によれば“Segregation”を緩和でき、効率を大幅に向上させることができるのと同時に封入希ガス量の設定によって“Segregation”を緩和させているのでランプ電圧が上昇するような虞れもなく、高圧水銀ランプと互換可能で使用自由度の拡大化を図れるメタルハライドランプを提供できる。

4. 図面の簡単な説明

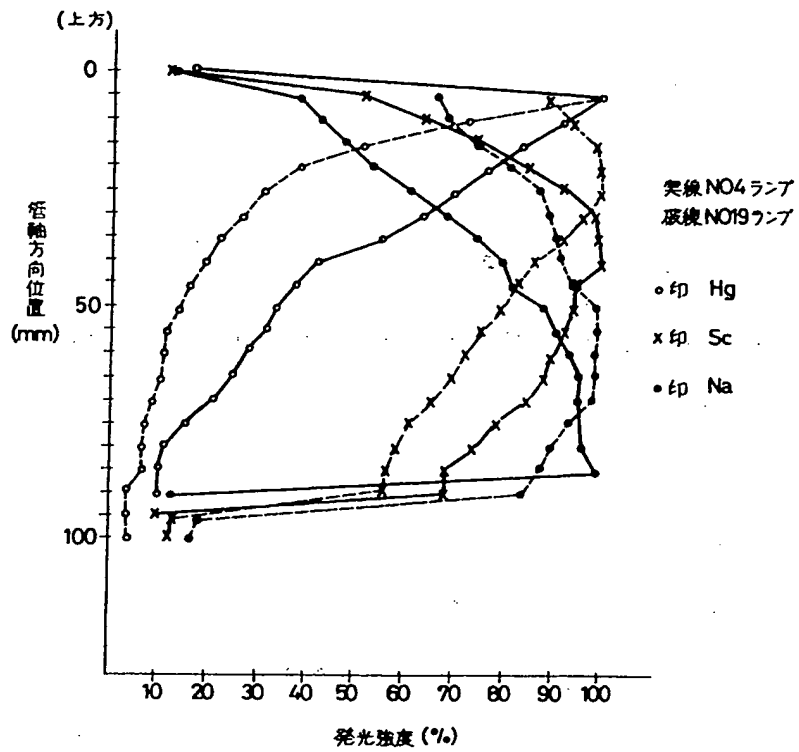
第1図はメタルハライドランプの一例を示す構成説明図、第2図は本発明に係るランプと本発明外のランプとの各波長の管軸方向の輝度分布を比較して示す図、第3図は本発明に係るランプと本発明外のランプとの絶対発光エネルギー分布を比較して示す図、第4図は希ガス封入量を変えたときの管軸方向の輝度分布変化を説明

20

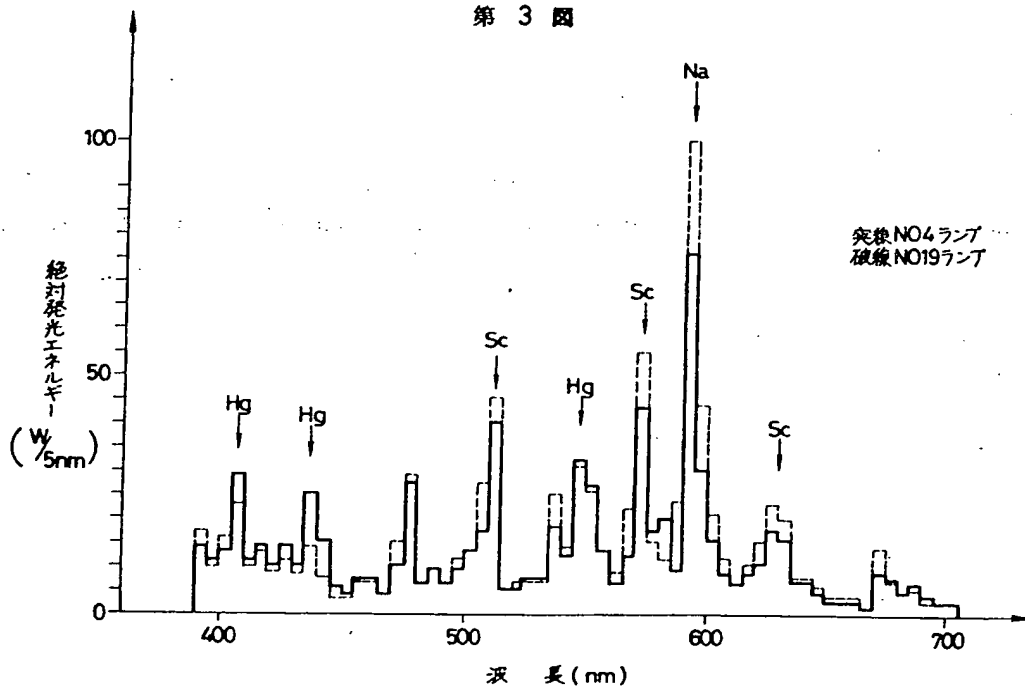
第1図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

